

개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도에 미치는 영향

권영신¹ · 김정률^{2,*}

¹경기창조고등학교, 456-823, 경기도 안성시 공도읍 공도 5로

²한국교육대학교 지구과학교육학과, 363-791, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

The Effects of Problem-Solving Inquiry Teaching Using Concept Sketches on Conceptual Changes about Plate Tectonics and Science-Related Attitudes

Young Shin Kwon¹ and Jeong Yul Kim^{2,*}

¹Gyeonggi Changjo High School, Gyeonggi 456-823, Korea

²Department of Earth Science Education, Korea National University of Education,
Chungbuk 363-791, Korea

Abstract: The purpose of this study is to investigate the effects of problem-solving inquiry teaching using concept sketches on conceptual changes about plate tectonics and science-related attitudes. The subjects of this study were two classes of second-year students of K high school located at Anseong in Gyeonggi Province. Before instruction, a conceptual test was conducted to survey student's preconceptions about plate tectonics. The control group took a traditional lesson, while the experimental group was applied to problem-solving inquiry teaching using concept sketches. After the inquiry instruction, TOSRA (Test of Science-Related Attitudes) was administered to find out changes in science-related attitudes of the two groups. The results of this study are as follows. The experimental group understood concepts of plate tectonics better than the control group, which means that problem-solving inquiry teaching using concept sketches was more effective in students' conceptual understanding. Science-related attitudes of the experimental group showed a significant change in the categories of 'normality of scientists', 'pleasure of science lessons', and 'interests on science as a hobby'. In conclusion, the instruction of problem-solving inquiry using concept sketches produced students' positive changes in conceptual understanding about plate tectonics and science-related attitudes.

Keywords: concept sketches, problem-solving inquiry teaching, conceptual changes, science-related attitudes

요약: 본 연구의 목적은 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도에 미치는 효과를 알아보는 데 있다. 연구의 대상은 경기도 안성시 소재 K 고등학교 2학년 2개 반이다. 수업 처치 전에, 판구조론에 대한 학생들의 선개념을 조사하기 위해 개념 검사가 실시되었다. 비교 집단은 전통적 수업을, 실험 집단은 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업을 적용하였다. 수업 적용이 끝난 후에 실험 집단과 비교 집단의 과학 관련 태도 변화를 알아보기 위해 과학 관련 태도 검사지(TOSRA)를 사용하였다. 연구 결과, 수업처치에 따른 판구조론에 대한 개념 변화는 비교 집단보다 실험 집단에서 개념 이해도가 더 높게 향상되어 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 올바른 개념 변화에 더 효과적임을 알 수 있었고, 과학 관련 태도는 실험 집단의 경우 '과학자의 평범성', '과학

*Corresponding author: kimjy@knue.ac.kr

Tel: +82-10-5498-1118

Fax: +82-43-232-7176

수업의 즐거움', '과학에 대한 취미로서의 관심'의 범주에서 통계적으로 유의미한 증가가 있었다. 이러한 연구 결과로 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도에 긍정적인 변화를 준다는 것을 확인하였다.

주요어: 개념스케치, 탐구 문제 해결 수업, 개념 변화, 과학 관련 태도

서 론

현대는 다양한 시각 매체의 등장으로 이미지를 자기 표현 및 의사 소통을 위한 전달 매체로 인식하고 있으며, 말이나 글로 표현하는 것보다 이미지로 표현하고 대화하는 것이 더 자연스러운 시대이다. 따라서 학습 내용을 시각적으로 표현하도록 하는 그리기 활동은 새로운 개념을 구성하는 데 도움이 될 것이다(Gobert, 2005). 학습은 학습자 스스로의 동기에서 시작되고 자발적인 반응으로 이루어져야 한다. 그러나 현재 우리나라 학생들의 과학에 대한 흥미도는 학년이 올라갈수록 떨어지고 있으며 과학 개념에 대한 이해도는 많이 낮은 것이 현실이다(Lee, 2006).

이러한 상황을 고려할 때, 학생들에게 어려운 과학 개념을 이해하려고 하는 학습 의욕을 고취시키고 과학 개념에 대한 이해도를 높이는 수업 전략이 필요하다. 많은 학자들은 과학 개념을 설명과 그림을 같이 사용하여 가르치는 것이 학생들의 기억과 전이에 더욱 효과적이라고 하였다(Paivio, 1986). 또한, 그림 그리기 활동은 학생들에게 친숙한 활동이므로 수업에 많이 사용될 수 있으며(Kim, 2008) 학생들에게 스스로 지식을 구성할 수 있는 기회를 제공해 준다는 구성주의적 관점에서 볼 때, 학생들이 직접 그림을 그리는 활동이 좀 더 유의미한 개념 학습을 촉진할 것으로 제안하고 있다(Ainsworth and Loizou, 2003). 이러한 그림 그리기 활동은 학생들이 필요한 정보를 스스로 선택하고 이를 시각적으로 나타내어 조직화하여 통합하는 인지과정을 돕는다. 따라서 학습 내용을 시각적으로 표현하도록 하는 그림 그리기 활동은 새로운 개념을 구성하는 데 도움이 될 것이다(Edens and Potter, 2003). 또한 시각적 정보는 학습자의 창의성에 관련된 지성과 감정 발달에 큰 영향을 줄 수 있고(Kang, 2012), 그리기를 활용한 과학 토론 수업이 학생들의 인지적 영역의 과학 개념 이해를 도울 뿐 아니라 정의적 영역에서도 과학 교과에 대한 태도를 긍정적으로 향상시킨다는 연구 결과도 있다(Yoo, 2010).

지구과학의 탐구 대상 중 많은 부분이 시공간적으로 규모가 크고, 특히 판구조론은 학생들이 직접 경험할 수 없는 영역이며, 거대한 공간적 규모로 인해 직접 관찰할 수 없는 사실이기 때문에 개념화하기에 어렵고 이해하기도 힘든 영역이다(Jeong, 2007). 이에 학생들이 과학 교과 개념에 더욱 충실하면서 과학의 기본 개념을 유기적으로 이해하고 창의성을 증진시킬 수 있도록 하기 위해 판구조론 단원에서 탐구 문제를 해결하는데 개념스케치를 활용함으로써 학생들의 과학적 개념에 대한 올바른 변화와 과학에 대한 긍정적인 태도를 기르는 것이 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 전통적 강의식 수업과 비교하여 고등학생들의 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도에 어떠한 효과가 있는지 밝히는 데 있다.

연구의 목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 학생들의 개념 변화에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 학생들의 과학 관련 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

연구 절차 및 방법

이 연구는 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 학생들의 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 연구의 필요성과 목적이 설정된 후, 문헌과 선행연구를 조사하여 개념스케치를 수업에 어떻게 적용할 것인지를 연구하고 지구과학 I 교과서 내용을 분석하여 개념스케치를 활용한 수업의 효과를 극대화할 수 있는 학습 내용을 선정하였다. 학습 내용을 적절히 분배하여 4차시 수업 내용을 구성한 후 교수-학습 과정안을 작성하였다. 실험집단과 비교집단의 선정은 1학기 1차 지필평가 성적을 고려하였다. 그리고 판구조론에 대한 개념 이해도와 과학적 태도 분석을 위해 필요한 개념 이해도 검사지, 과학적 태도 검사

Table 1. Properties of research groups

Group	Teaching method	Class	Number of students
experimental group	problem solving using concept sketches	A class	32
control group	traditional teaching	B class	30

Table 2. Contents of lessons by using concept sketches

No	Subjects of lessons	Contents of lessons
1	orientation	introduction to concept sketches and drawing methods
2	types of plate boundaries	definition of plate and classification of plate boundaries by tectonic plate motion
3	movement of tectonic plates and geological structure	difference of geological structure according to the type of plates and tectonic plate motion
4	movement of tectonic plates and deformations in the earth's surface	type of deformations in the earth's surface according to the type of plates and tectonic plate motion

지를 선정하였다. 판구조론에 대한 개념이해도와 과학적 태도 검사를 사전에 실시한 후 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업을 적용하였으며, 사후 검사로는 개념 이해도와 과학적 태도 검사를 실시하였고 그 결과를 사전 검사와 비교하였다.

연구 대상

본 연구의 대상자는 경기도 안성시에 소재하는 인문계 K고등학교 2학년으로 자연계열 2개 학급 62명이다. 지구과학 선택학급 2학급을 대상으로 실험 집단과 비교 집단을 선정하였다. 연구 대상별 특성은 Table 1과 같다.

연구 방법

고등학교 2학년 지구과학 I 판구조론 단원에서 실험 집단에게는 교사가 직접 개념스케치를 작성하여 4차시의 수업을 실시한 후 개념스케치를 활용하여 탐구 문제를 해결하도록 하였고, 비교 집단 학생들에게는 전통적 강의식 수업을 실시한 후 동일한 탐구 문제를 개념스케치를 사용하지 않고 해결하도록 하였다. 수업의 진행 과정에서 교사가 학생들에게 제시하는 수업 내용은 동일하지만 실험 집단은 개념스케치를 이용한 교사의 수업이 진행된 후 개념스케치를 이용하여 탐구문제를 해결하고, 교사에 의해 개념스케치에 나타난 학생의 오개념을 분석하여 수정하는 단계를 거친다. 이 과정에서 실험 집단은 탐구 문제를 해결하기 위해 중요한 개념을 추출하고 그 개념들 사이의 관련성을 정리하여 개념스케치를 작성한다. 하지만 비교 집단은 동일한 학습 내용을 교사 중심의 강의식 수업으로 듣고 탐구 문제를 해결한다.

개념스케치를 활용한 수업 내용은 Table 2와 같다.

본 연구에서 실험 집단에 적용한 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업의 교수 방법은 Kim (2008)의 선행연구를 바탕으로 다음과 같이 고안하였다. 교사는 판구조론과 관련된 학습자료(그림, 사진, 동영상, 모형 등)를 제시하여 흥미유발과 함께 충분히 자료를 탐색할 수 있도록 안내한다(탐색 단계), 판구조론과 관련된 개념을 교사가 직접 개념스케치를 작성하면서 학생들에게 설명한다. 이때 학생들은 개념스케치의 작성 방법을 익힐 수 있다(설명 단계). 교사는 판구조론과 관련된 탐구 문제를 학생들에게 제시하고 개념스케치를 활용하여 이를 해결하도록 한다. 이때 학생들은 교사에게서 배운 개념스케치를 그리면서 탐구 문제를 해결하도록 한다(적용 단계). 교사는 학생들이 개념스케치를 활용하여 해결한 탐구 문제를 분석하여 오개념을 파악하고 수정한다. 이 단계에서 교사는 학생들의 개념스케치를 확인하고 개념의 혼동으로 인하여 필수 개념의 추출을 어려워하거나 개념들 간의 관련성을 찾지 못하는 경우에 학습 내용을 재설명하거나 재확인하는 과정을 거친다(평가 단계). 수정·보완된 개념스케치를 바탕으로 학습 내용 및 탐구 문제를 정리한다(정리 단계).

연구 설계

이 연구는 고등학교 2학년 지구과학 I 판구조론 단원에서 교사가 개념스케치를 활용한 수업을 실시한 후 학생들에게 개념스케치를 활용하여 탐구 문제를 해결하도록 한 집단과 전통적 강의식 수업을 실시한 후 탐구 문제를 해결하도록 한 집단의 판구조론에 대한 개념 이해도와 과학 관련 태도가 어떻게 변화하는

Table 3. Experimental design

G ₁	O ₁	X ₁	O ₂
G ₂	O ₃	X ₂	O ₄

G₁: experimental group, G₂: control group

O₁, O₃: pre-test (conceptual test for plate tectonics, test of science-related attitudes)

O₂, O₄: post-test (conceptual test for plate tectonics, test of science-related attitudes)

X₁: problem solving using concept sketches

X₂: traditional teaching

가를 알아보기 위한 실험 연구이다. 실험 집단과 비교 집단은 사전 개념 이해도 검사를 통해 동질 집단임을 확인하였으며, 이후 실험 집단은 개념스케치를 활용한 탐구 문제를 해결하도록 하였고, 비교 집단은 교사의 설명과 교과서를 중심으로 한 강의식 수업을 실시하였다. 실험 설계 과정은 Table 3과 같다.

사전 검사는 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업을 적용하기 전에 전체 학생들을 대상으로 사전 검사를 실시하였고, 사후 검사는 수업이 모두 끝나고 각 반별로 실시하였다. 실험 집단은 판구조론 학습에서 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 활동을 하도록 하였으며, 비교 집단은 판구조론 단원을 교사 중심의 강의식 수업으로 실시하고 학생들에게 탐구 문제를 해결하도록 하였다. 두 집단 모두 개념 이해도 검사 문항과 관련된 내용에 대한 직접적인 설명은 하지 않았다.

검사 도구 및 자료 처리

판구조론에 대한 개념 변화 검사 도구

본 연구에서 판구조론에 대한 개념 변화 검사를 위한 개념 검사지는 지구과학 I의 판구조론 단원의 학습 내용 범위 내에서 필수 학습 요소들을 추출하여 5문항으로 구성하였다. 이와 같이 제작된 문항의 타당도를 높이고 난이도를 조정하기 위하여 고등학교

지구과학 교사 2인 및 지구과학 교육대학원생 4인의 검토를 거쳐 수정·보완하였다. 개념 검사 도구의 문항 구성은 Table 4와 같다.

이 연구에서는 판구조론에 대한 선개념을 조사한 후, 실험 집단과 비교 집단 간의 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도에 대한 변화를 알아보기 위하여 사전·사후 검사를 실시하였다. 개념 이해도 검사는 각 문항별 응답의 유형을 분석하여 학생들이 판구조론에 대해 갖고 있는 오개념을 분석하였다. 그리고 실험 집단과 비교 집단의 개념 변화를 각 문항별로 정답을 1점으로 처리하여 사전 개념 점수와 사후 개념 점수를 비교하였고, 각 문항별로는 정답률로 비교하였다.

과학 관련 태도 검사 도구

과학 관련 태도의 변화를 알아보기 위한 검사 도구는 Fraser (1981)가 개발한 TOSRA에서 Moon (2006)이 사용한 것을 사용하였고, 이 검사 도구는 총 7개의 영역이 있으며 각 영역별로 10개의 문항을 선택하여 총 70개의 문항을 사용하였다. 이 검사 도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.95로 나타났다.

과학 관련 태도 검사는 실험 집단과 비교 집단 간의 차이를 알아보기 위하여 문항 응답에 따라 점수 배점을 다르게 하였다. 긍정적인 문항의 경우 '매우 그렇다' 5점, '그렇다' 4점, '보통이다' 3점, '아니다' 2점, '전혀 아니다' 1점으로 하였고, 부정적인 문항의 경우에는 역으로 채점하였다. 결과는 SPSS 통계 프로그램으로 분석하였으며, 독립 표본 t-검증을 실시하였고, 두 집단 간의 차이는 유의수준 0.05를 기준으로 해석하였다.

연구 결과 및 논의

이 연구에서는 고등학교 2학년 지구과학 I 판구조론 단원에 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업

Table 4. Contents of questions for the conceptual test on plate tectonics

No	Contents of questions about plate tectonics
1	question about the definition of plate
2	question about the formation of oceanic ridges at divergent boundaries between oceanic plate and oceanic plate
3	question about the formation of folded mountains at convergent boundaries between continental plate and continental plate
4	question about the formation of trenches at convergent boundaries between oceanic plate and continental plate
5	question about the formation of transform faults at convergent boundaries between oceanic plate and oceanic plate

Table 5. The experimental group and control group's pre and post conceptual tests

	Group	N	M	SD	t	p
pre-test	experimental group	32	1.78	1.21	0.34	0.17
	control group	30	1.67	1.42		
post-test	experimental group	32	3.22	1.24	2.39	0.02
	control group	30	2.48	1.15		

을 적용한 실험 집단과 전통적 강의식 수업을 한 비교 집단의 학습 전·후 판구조론에 대한 학생들의 개념 변화와 과학 관련 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 비교 집단과 실험 집단을 비교·분석하였다.

판구조론에 대한 개념 변화 분석

판구조론에 대한 내용을 실험집단과 비교집단으로 나누어 각각 개념스케치를 활용한 탐구문제 해결 수업과 전통적 강의식 수업을 하였을 때, 사전·사후 검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다.

판구조론에 대한 개념 사전 검사에서 t-검증을 통해 두 집단의 총점을 비교했을 때, 실험 집단은 1.78 점, 비교 집단은 1.67점으로 비교 집단보다 0.11점 높은 것으로 나타났으며 $p < 0.05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 수업 처치 전의 두 집단은 동질 집단이라고 할 수 있다. 수업 처치 후 사후 검사의 평균 점수를 보면 실험 집단은 3.22점으로 1.44점 향상되었고, 비교 집단은 2.48점으로 0.73점 향상되었다. 실험 집단이 비교 집단보다 0.71점 더 높게 향상되었음을 알 수 있었다. $p < 0.05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, 이것은 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 학생들의 판구조론에 대한 개념 변화에 영향을 미친다는 것을 의미한다.

판구조론에 대한 문항은 5문항으로 구성되어 있으며, 각 문항별로 정답률과 Hake's 향상지수[(사후 정답률/사전 정답률)/(100%-사전 정답률), Hake, 1998]로 개념 변화를 분석하였다. 각 문항별로 분석한 결과는 Table 6과 같다.

검사 결과 사전 검사와 사후 검사의 정답률을 비교해 보았을 때 두 집단 모두 모든 문항에서 정답률이 향상되었고 실험 집단의 정답률 변화와 Hake's 향상지수가 더 높게 나타났다. 따라서 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 학생들의 판구조론에 대한 개념 이해도 향상에 효과적임을 알 수 있다. 이것은 시각과 언어적 자료를 동시에 사용한 수업 전

략이 판구조론과 같은 관찰이 불가능한 과학 개념을 학습할 때 특히 유용하다는 선행 연구 결과(Gobert and Clement, 1999)와 유사한 것으로, 탐구 문제인 언어적 정보를 시각적 정보로 변환하는 활동은 과학 개념과 자신의 생각을 정교화 하는데 도움을 주고, 새로운 개념을 자신만의 유의미한 방식으로 부호화하는데 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

각각의 문항을 살펴보면 다음과 같다.

판의 구조

판의 구조에 대해 알아보기 위한 문항에서 사전 검사 결과 실험 집단과 비교 집단의 정답률은 각각 22%와 27%로 나타났으며 사후 검사에서는 실험 집단이 53%가 증가된 75%, 비교 집단은 33%가 증가된 60%의 비교적 높은 과학적 개념 이해도를 나타냈다. 실험 집단의 이해도가 비교 집단보다 높은 증가율을 보였다. 사후 개념 검사에서는 대부분의 학생들이 판의 구조를 암석권에 해당하는 지각과 상부 맨틀의 상부를 판으로 인식하였으나, 여전히 소수의 학생들은 암석권에 해당하는 판의 구조를 인식하지 못하고 지각이나 맨틀로 각각 판을 인식하거나 맨틀의 최상부 즉, 연약권으로 인식하는 경우도 있었다.

이 결과는 Gobert (2000)의 연구에서 지구 내부의 충돌판과 판 운동에 대해 짧게 기술하고 있는 교과서 지문을 읽고 그림으로 재구성한 5학년 학생들이 그린 판의 구조에 대한 오개념과도 일치한다. 이 학생들 역시 지각의 기저부를 판의 기저부와 같이 맞춰 놓고 있었는데 이것은 본 연구에서 판과 지각을 동일시하는 오개념과 일치한다. 연약권을 판의 구조로 인식하는 학생들의 오개념은 지구 내부에서 판의 위치에 관한 Libarkin et al. (2005)의 연구 결과와도 일치한다. 이들의 연구에 의하면 대부분의 학생들이 판에서 지각을 제외시켜 생각하며 판이 지각 밑에 따로 존재한다고 믿고 있었는데, 이것은 본 연구에서 연약권을 판의 구조로 여기는 응답의 결과와 비슷한 결과라고 할 수 있다.

Table 6. The experimental group and control group's pre and post conceptual tests of 5 questions

No	Category	Group	Percentage of correct answers (%)		Rate of change (%)	Hake's index of improvement (%)
			Pre-lesson	Post-lesson		
1	structures of plates	experimental group	22	75	+53	68
		control group	27	50	+23	32
2	formation of oceanic ridges	experimental group	30	69	+39	56
		control group	37	47	+10	16
3	formation of folded mountains	experimental group	34	56	+22	33
		control group	40	46	+6	10
4	formation of trenches	experimental group	37	62	+25	40
		control group	40	53	+13	22
5	formation of transform faults	experimental group	37	60	+23	37
		control group	33	57	+24	36
	total	experimental group	40	64	+24	47
		control group	35	51	+16	31

해양 지각-해양 지각 발산형 경계에서의 해령 형성

해양 지각-해양 지각으로 이루어진 발산형 판의 경계에서의 해령 형성에 대한 문항에서 사전 검사 결과 실험 집단과 비교 집단의 정답률은 각각 30, 37%로 비교적 낮은 과학적 개념 이해도를 보이고 있다. 사후 검사에서는 실험 집단이 39%가 증가된 69%, 비교 집단이 23%가 증가된 60%의 과학적 개념 이해도를 나타냈으며 실험 집단의 개념 이해도가 비교 집단보다 높은 증가율을 보였다(Fig. 1). 사후 개념 검사에서 일부 학생들은 장력이 미치는 판의 경계에 길게 변환 단층이 형성된다는 잘못된 개념을 가지고 있었고(Fig. 2a), 여전히 해양 지각-해양 지각으로 이루어진 발산형 경계에서의 해령을 습곡 산맥과 동일하게 인식하고 있었다(Fig. 2b). 이 결과는 마그마와 판구조론에 대한 고등학생들의 오개념을 연구한 Ahn and Choi (2008)의 연구 결과와 일치한다. Ahn and Choi (2008)의 연구에서도 학생들은 해양 지각과 대륙 지각의 섭입 경계를 발산 경계로 오인하거나, 섭입 경계와 충돌 경계의 구분을 어려워했다.

대륙 지각-대륙 지각 수렴형 경계에서의 습곡 산맥 형성

대륙 지각-대륙 지각으로 이루어진 수렴형 판의 경계에서의 습곡 산맥 형성에 대한 문항에서 사전 검사 결과 실험 집단과 비교 집단의 정답률은 각각 34, 40%로 비교적 높은 과학적 개념 이해도를 보였다(Fig. 3). 사후 검사에서는 실험 집단이 22%가 증가

된 56%, 비교 집단은 6%가 증가된 46%의 과학적 개념 이해도를 나타냈으며 실험 집단의 개념 이해도가 비교집단보다 높은 증가율을 보였다. 사후 개념 검사에서 습곡 산맥과 해령을 동일시하거나 유사한 지질 구조로 인식하여 응답한 학생들이 있었으며, 직관적이며 즉흥적으로 응답한 경우도 많았다.

해양 지각-대륙 지각 수렴형 경계에서의 해구 형성

해양 지각-대륙 지각으로 이루어진 수렴형 경계에서의 해구 형성에 대한 문항에서 사전 검사 결과 실험 집단과 비교 집단의 정답률은 각각 37, 40%로 나타났고 사후 검사에서는 실험 집단이 25% 증가된 62%, 비교 집단은 13% 증가된 53%의 과학적 개념 이해도를 나타냈다.

해양 지각-해양 지각 발산형 경계에서의 변환 단층 형성

해양 지각-해양 지각으로 이루어진 판의 경계에서의 변환 단층 형성에 대한 문항에서 사전 검사 결과 실험 집단과 비교 집단은 각각 37, 33%를 나타냈고 사후 검사에서는 실험 집단이 23% 증가된 60%, 비교 집단은 24% 증가된 57%의 과학적 개념 이해도를 나타냈다(Fig. 4). 사후 개념 검사에서 여전히 해령 중심부에서 변환 단층이 형성된다고 응답한 학생들의 수가 많았고 일부는 해양판의 경계부 전 영역에서 변환 단층이 형성된다고 응답하였다(Fig. 2c).

맨틀 대류에 의해 두 판이 멀어지면서 생기는 빈공간을 채우기 위해
연약권으로부터 마그마가 상승하여 V자 열곡이 중심에 발달한
해령이 발생한다.

Fig. 1. Scientific concept of student about the formation of oceanic ridges at divergent boundaries between oceanic plate and oceanic plate.

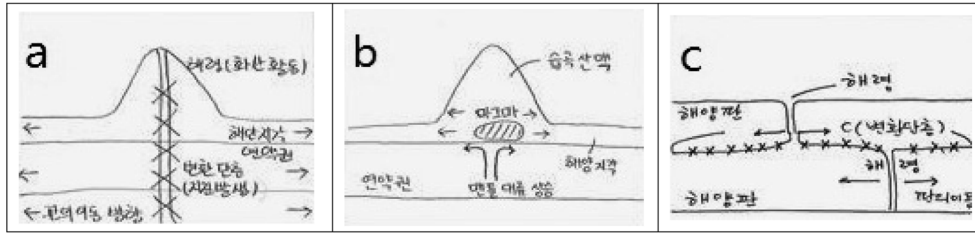


Fig. 2. Misconceptions of students about plate tectonics. (a) misconception about the formation of geologic structure at divergent boundaries between oceanic plate and oceanic plate, (b) misconception about the formation of trenches at divergent boundaries between oceanic plate and oceanic plate, and (c) misconception about formation section of transform faults.

섭입하는 해양판을 따라 대륙 판이 반대편 대륙 지각 밑으로 섭입
하다가 두꺼운 대륙 지각끼리 충돌하여 지각이 위 아래로
포개져 두꺼워지는 습곡 산맥을 형성한다.

Fig. 3. Scientific concept of student about the formation of folded mountains at convergent boundaries between continental plate and continental plate.

두 해양판이 해령을 중심으로 양쪽으로 발산하면, 발산 방향이
서로 다른 두 해령 사이의 구간에는 단층이 형성되는데 이를
변환 단층이라 한다.

Fig. 4. Scientific concept of student about the formation of transform faults at convergent boundaries between oceanic plate and oceanic plate.

과학 관련 태도 변화 분석

과학 관련 태도에 대한 실험 집단의 사전-사후 검사 결과는 Table 7과 같다.

과학 관련 태도에 대한 실험 집단의 사전-사후 검사를 대응표본 t-검정한 결과, 전체적으로는 $p > 0.05$ 로 나타나 통계적으로 유의미한 결과가 나타나지 않았다. 이것은 그리기 활동을 활용한 수업이 학생들의 과학 관련 태도와 같은 정의적 측면에 긍정적인 영향을 준다는 Kim (2009), Park (2007)과 같은 선행 연구 결과와 구별된다. 이는 과학 관련 태도의 하위 항목이 모두 변하기에는 연구 기간이 너무 짧았기 때문이라고 생각된다. 하지만, 하위 요소별로 분석해

보면 과학자의 평범성, 과학 수업의 즐거움, 과학에 대한 취미로서의 관심 영역에서 p값이 0.05보다 작으므로 사전-사후 검사 간의 유의미한 차이가 있었다. 이는 시각적 자료를 통해 과학 교과에 대한 태도에서 긍정적인 결과가 나타난 Kim (2010)과 Kim (2008)의 연구와도 일치하는 것으로 개념스케치를 활용하여 탐구 문제를 해결하는 활동이 수업에 적극적으로 참여하고 있다는 만족감을 높여주고 이것이 과학자의 평범성, 과학 수업의 즐거움, 과학에 대한 취미로서의 관심 영역에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다. 또한, 개념스케치를 작성하는 활동은 주의집중을 요구하며 이로 인해 수업에 대한 만족감과 선호도가

Table 7. The verification of experimental group's pre and post test results on science-related attitudes

No	Category	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
1	social significance of science	2.84	1.51	3.19	1.20	-1.248	0.221
2	normality of scientists	2.31	1.40	2.84	1.25	-2.092	0.045*
3	attitude toward scientific inquiry	2.75	1.46	3.31	1.18	-1.958	0.059
4	application of scientific attitude	1.94	1.29	2.53	1.32	-1.990	0.556
5	pleasure of science lessons	1.84	1.25	2.91	1.40	-3.792	0.001*
6	interests on science as a hobby	1.97	1.31	2.84	1.44	-2.521	0.017*
7	concerns about professions related to science	2.31	1.53	2.88	1.43	-1.646	0.110
	mean	2.28	1.39	2.93	1.32	-2.180	0.140

* $p < 0.05$ **Table 8.** The verification of control group's pre and post test results on science-related attitudes

No	Category	Pre-test		Post-test		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
1	social significance of science	2.60	1.35	2.87	1.38	-0.718	0.478
2	normality of scientists	2.33	1.27	2.63	1.25	-1.104	0.279
3	attitude toward scientific inquiry	2.80	1.45	3.03	1.19	-1.157	0.257
4	application of scientific attitude	1.97	1.25	2.17	1.23	-0.757	0.455
5	pleasure of science lessons	1.97	1.16	2.37	1.40	-1.263	0.216
6	interests on science as a hobby	1.97	1.25	2.50	1.46	-1.593	0.122
7	concerns about professions related to science	2.50	1.55	2.57	1.43	-0.203	0.841
	mean	2.31	1.33	2.59	1.33	-0.970	0.380

* $p < 0.05$

높아진 것으로 생각된다. 따라서 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업은 과학 관련 태도에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 즉, 자신이 직접 개념스케치를 작성할 뿐 아니라 모둠원들끼리 자유로운 의사소통과 교사와의 피드백 과정에서 스스로 표현한 개념스케치의 잘못된 점을 찾아내며 과학 수업에 대한 즐거움과 학습 동기를 높여 과학 관련 태도 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 과학 관련 태도에 대한 비교 집단의 사전-사후 검사를 대응표본 *t*-검증한 결과 전체적으로 유의미한 차이가 없었다(Table 8).

결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 2학년 지구과학 I 판구조론 단원에서 개념스케치 활용 수업이 판구조론에 대한 개념 변화와 과학 관련 태도에 미치는 영향을 분

석하였다. 이에 따른 결론 및 제언은 다음과 같다.

결론

첫째, 실험 집단과 비교 집단 사이의 수업 처치에 따른 판구조론에 대한 개념 변화는 실험 집단이 비교 집단보다 개념 이해도가 더 높게 향상되었고 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다. 전통적 강의식 수업보다 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 올바른 개념 변화에 더 효과적임을 알 수 있었다. 이는 학생들이 자기주도적으로 학습 내용을 정리하고 주요 개념을 추출하고 개념 사이의 관련성을 찾아내어 개념스케치를 직접 작성하면서 내용이 시각화되고, 자신의 인지구조에 동화시키고 내면화하여, 올바른 과학적 개념을 획득하는데 도움이 된 것으로 파악된다.

둘째, 과학 관련 태도에 대한 사후 검사에서 과학 탐구 태도와 과학 수업의 즐거움에서 유의미한 차이를 보였다. 또한 사전-사후 검사에서 전체적으로 과

학 관련 태도에서 유의미한 차이는 없었지만, 세부적 항목에서는 과학자의 평범성, 과학 수업의 즐거움, 과학에 대한 취미로서의 관심에서 유의미한 차이가 있었다. 이는 전통적 강의식 수업과 달리 학생들이 개념스케치를 활용하여 탐구 문제를 해결한 활동이 학생들의 과학 관련 태도에 긍정적인 효과를 보인 것으로 판단된다. 과학 관련 태도는 정의적 영역으로 단기간의 연구로는 쉽게 변화되지 않으나, 학생들의 과학에 대한 정의적 영역의 긍정적인 변화 역시 중요하므로 학생들이 적극적으로 과학 학습에 참여할 수 있는 방안이 모색되어야 한다. 이러한 연구 결과를 통해 학생들이 ‘판구조론’ 단원과 같이 공간적으로 변화하는 판의 운동에 대한 개념을 이해하는 데에 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업이 판구조론에 대한 개념 변화에 효과적이며, 과학 관련 태도에 긍정적인 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

제언

첫째, 학생들의 선개념을 먼저 파악하고 수업을 하면 학생들의 개념 변화에 많은 효과를 나타낼 수 있다. 따라서 과학 교과 내용의 개념에 대한 학생들의 선개념 유형을 알아보는 후속 연구가 필요하다.

둘째, 개념스케치를 활용한 탐구 문제 해결 수업을 적용하기 적합한 수업 내용을 선정하고 현재 교육과정에 효과적으로 활용하는 방안에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

논문을 검토하고 건설적인 의견을 주신 두 분의 심사위원에게 감사드립니다. 이 논문은 한국교원대학교 2014학년도 KNUe학술연구비 지원을 받아 수행하였습니다.

References

Ahn, K.S. and Choi, S.C., 2008, A study on the misconceptions of high school students on magma and plate tectonics. *Journal of Science Education*, Kyungpook National University, 32, 121-145. (in Korean)
 Ainsworth, S. and Loizou, A.T., 2003, The effects of self-explaining when learning with text or diagrams. *Cognitive Science*, 27, 669-681.
 Edens, K.M. and Potter, E.F., 2003, Using descriptive drawings as a conceptual change strategy in elementary

science. *School Science and Mathematics*, 103, 135-144.
 Fraser, B.J., 1981, Test of Science-Related Attitude (TOSRA). Australian Council for Educational Research, 19, 498-518.
 Gobert, J., 2000, A typology of casual models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22, 937-977.
 Gobert, J., 2005, The effect of different learning tasks on model-building in plate tectonics: Diagramming versus explaining. *Journal of Geoscience Education*, 53, 444-455.
 Gobert, J.D. and Clement, J.J., 1999, Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics. *Journal of Research in Science Teaching*, 3, 39-53.
 Hake, R.R., 1998, Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics course. *American Journal of Physics*, 66, 64-74.
 Jeong, K.J., 2007, Misconceptions about plate tectonics which spread widely among freshmen at high school. Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 87 p. (in Korean)
 Kang, N.M., 2012, Analysis of the types of inscriptions and presentation method of supplementary inscriptions in Korean high school life science text books II. Kyung Hee University, Seoul, Korea, 39 p. (in Korean)
 Kim, E.H., 2010, Effects of instruction using concept mapping on the conceptual formation about earth's structure and scientific attitude of middle school students. Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 77 p. (in Korean)
 Kim, S.S., 2009, The effects of lessons with the application of drawing tasks on changes in conception among gifted science students. Pusan National University, Pusan, Korea, 189 p. (in Korean)
 Kim, Y.G., 2008, The effects of small group discussion lesson using concept sketches in astronomy of earth science for 10th graders. Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 54 p. (in Korean)
 Lee, H.E., 2006, A study for the trend of Interest as students who attend an elementary school, a middle school and a high school. Ewha Womans University, Seoul, Korea, 99 p. (in Korean)
 Libarkin, J., Anderson, S., Science, J., Beilfuss, M., and Boone, W., 2005, Qualitative analysis of college student's ideas about the earth: Interviews and open-ended questionnaires. *Journal of Geoscience Education*, 53, 17-26.
 Moon, B.H., 2006, The effects of small group discussion lesson on science process skills and learning attitude. Korea National University of Education, Chungbuk,

Korea, 80 p. (in Korean)
Paivio, A., 1986, Mental representation: A dual coding approach. Oxford University Press, London, UK, 322 p.
Park, M.Y., 2007, The analysis of the scientific learning effects through drawing. Konkuk University, Seoul,

Korea, 72 p. (in Korean)
Yoo, J.K., 2010, The effects of drawing-based science discussion. Seoul National University, Seoul, Korea, 119 p. (in Korean)

Manuscript received: June 26, 2013
Revised manuscript received: September 12, 2013
Manuscript accepted: October 24, 2013